

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

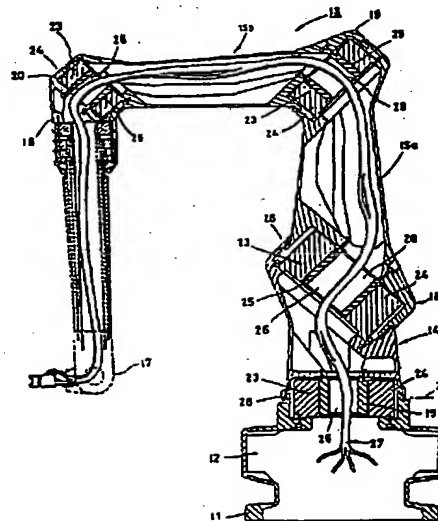
(51) 国際特許分類 <sup>4</sup> B25J 9/06	A1	(11) 国際公開番号 WO 88/ 03856  (43) 国際公開日 1988年6月2日 (02.06.88)
<p>           (21) 国際出願番号 PCT/JP87/00913            (22) 国際出願日 1987年11月26日 (26. 11. 87)            (31) 優先権主張番号 8605070-5            (32) 優先日 1986年11月28日 (28. 11. 86)            (33) 優先権主張国 SE            (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)                株式会社 小松製作所                (KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO) (JP/JP)                〒107 東京都港区赤坂2丁目3番6号 Tokyo, (JP)            (72) 発明者; および            (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)                ラーソン, オグ (LARSSON, Ove) (SE/SE)                4 1135, ゲーテボルグ, ゼードラ・グーゲン 7 A Goteborg, (SE)            (74) 代理人                弁理士 木村高久 (KIMURA, Takahisa)                〒104 東京都中央区銀座2丁目11番2号 銀座大作ビル8階                Tokyo, (JP)            (81) 指定国                DE, GB, JP, US.            添付公開書類         </p>		

(54) Title: ROBOT ARM OF INDUSTRIAL ROBOT

(54) 発明の名称 産業用ロボットのロボットアーム

(57) Abstract

Bendable robot arm of an industrial robot for accomplishing one motion pattern having high motion capacity, reaching capacity and high precision by relatively small turning motion and relatively large parallel motion. It has cylindrical arm portions (14, 15, 16) capable of being mutually connected flexibly through each joint and each arm portion has one upper arm (14), at least one intermediate arm (15) and a lower arm (16). A joint surface (21) which is inclined to a longitudinal axis (29) of the arm portion is formed on the arm portion belonging to a certain joint. The joint shaft (22) of this joint is disposed at right angles to each joint surface (21). Each arm portion can rotate independently around the joint shaft (22) irrespective of one or a plurality of arms portions adjacent thereto. The inclined joint surfaces positioned at both ends of the intermediate arm are formed in such a manner as to cross each other outside the external boundary of the intermediate arm.



(57) 要約

比較的小さな回転運動と、比較的大きい並進運動により、大きな運動能力と到達能力性、及び高精度性を具えた一つの運動パターンを実現する曲げ自在な産業用ロボットのロボットアームで、各ジョイントを介し互いに可撓的に連結できるような筒形状のアーム部分（14、15、16）を有しており、そのアーム部分は一つの上アーム（14）と、少なくとも一つの中間アーム（15）と、一つの下アーム（16）からなっている。あるジョイントに属するアーム部分には、その長手方向軸（29）に対して傾斜したジョイント面（21）が形成されている。このジョイントのジョイント軸（22）は各ジョイント面（21）に対し直角に設けられている。各アーム部分は隣接する一または複数のアーム部分に関係なくジョイント軸（22）を中心に独立して回転自在であり、また中間アームの両端に位置する傾斜したジョイント面は中間アームの外部境界より外側で互いに交叉するように形成されている。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT オーストリア  
AU オーストラリア  
BB パルバドス  
BE ベルギー  
BG ブルガリア  
BJ ベナン  
BR ブラジル  
CF 中央アフリカ共和国  
CG コンゴ  
CH スイス  
CN カメルーン  
DE ドイツ  
DK デンマーク  
FI フィンランド

FR フランス  
GA ガボン  
GB イギリス  
HU ハンガリー  
IT イタリア  
JP 日本  
KP 朝鮮民主主義人民共和国  
KR 大韓民国  
LI リヒテンシュタイン  
LK スリランカ  
LU ルクセンブルグ  
MC モナコ  
MG マダガスカル  
ML マリ

KR モーリタニア  
MW マラウイ  
NL オランダ  
NO ノルウェー  
RO ルーマニア  
SD スーダン  
SE スウェーデン  
SN セネガル  
SU ソビエト連邦  
TD チャード  
TG トーゴ  
US 米国

## 明 細 書

## 産業用ロボットのロボットアーム

## 技 術 分 野

この発明は比較的小さな回転運動と比較的大きな並進運動により、大きな運動能力性、到達能力性及び高精度性を有する一つの運動パターンを実現することが出来る曲げ可能な産業用ロボットのロボットアームに関し、特に連結部材である複数のジョイントにより、互いに可撓的に連結された複数のパイプ状のアーム部分を有し、しかもそれ等のアーム部分が一つの上アームと、少なくとも一つの間アーム、及び一つの下アームとからなるような産業用ロボットのロボットアームに関する。

## 背 景 技 術

一般に、スプレー塗装とかパテ作業あるいはアーク溶接などのような各種の作業を産業用ロボットが行う場合、例えば噴射ノズル等の如き工具を持つ産業用ロボットのアームには対象物（例えば車体）に突当ることなく接近しなければならないという大きな要求が課せられている。さらにある場合には、作業中に対象物が工具と相対的に移動することもあり、この場合にはロボットアームが対象物の自由移動を許容するような位置姿勢をとることが可能でなければならない。そして、このよう要求に答える特性を具備するためには

産業用ロボットは、工具を位置移動（並進）させたり回転させたり（角度調整）するのに必要な自由度よりも多い自由度、即ち可動性を有していることが要求される。工具の位置及び角度が完全に指定されなければならないとすると、自由度6が必要であり、そうすると上述した要求により産業用ロボットは最低7つの独立した可動性を有しなければならない。余分な自由度が産業用ロボットにあるということは、例えばアームが、ある障害物を避けるために回転している間に、工具を対象物との相対的な所望位置及び所望角度に維持することが可能なように産業用ロボットを制御することが出来るということの意味している。

さらに或る産業用ロボットの到達能力性（作動領域特性）は、この産業用ロボットの運動能力にかかっている。いいかえると、ロボットの個々のコンポーネントは、個々のアーム部分の動きの間の交叉結合、及び機械的終端位置という形の幾何学的制限を受けるということである。

工具の並進運動は主としてロボットのアームにより行われ、一方、工具の角度調整（回転）はロボットのハンドリンクにより得られる。通常産業用ロボットのアームには三つの可動性があり、ハンドリンクには二または三の可動性がある。ハンドリンクは出来るだけ小さい並進運動の動きをするのが望ましく、またアームは小さな並進運動の際はあまり大きな回転の動きをしないほうが良い。

殆どの産業用ロボットは五つないし六つの機械的に

独立した可動性を持っている。要求される到達能力性（作動領域特性）を実現するためにはロボットを送行路上に置くことが多く、これによりロボットは更に一つ、場合により二つの可動性を増すことが出来る。この要求される到達能力性（作動領域特性）の問題を解決するもう一つの工夫は、例えば回転及び／または昇降テーブル等を用いて対象物をロボットと相対的に移動させるというやり方である。

第1図には8つの可動性をもつ従来の産業用ロボットの概念斜視図が示されている。

この産業用ロボットではアームの到達能力性（作動領域特性）は、送行路と回転テーブルの双方によって増加されている。

以上述べた産業用ロボットに要求される到達能力性（作動領域特性）を実現するための工夫に共通なことは、全ての可動性が、即ちロボット固有のもの、或いは外部からあてがわれたものを問はず、機械的な動作の独立を維持し、しかも共通に制御されなければならないということである。

ところで、産業用ロボットは出来るだけ汎用性のあるものが望ましく、余計な装備は出来るだけ少ないほうがよい。しかしながら、上述した産業用ロボットに要求される到達可能性（作動領域特性）を実現するための要求は、果たすべき役目のために必要な数よりも多い数の可動性を持つロボットを作製することにより解決されてきた。しかし、得られた到達可能性（作動領域特性）の評価というものは、目標とする運動がど

こで、そしてどのようにして達成されたかに左右されるのである。

これまでに圧倒的に多い種類のロボットアームは、いわゆる軸形（あるいは肩形）と称される構造を有している。このような構造のロボットアームでは複数の、直列に支持された剛直なアームセグメントが、それらのアームを回転させることが出来る一つの基礎により支持されている。掘削バケット及びクレーン用のアームとほぼ類似の上述した軸形構造においては、各アームを連結するジョイントの軸のうち、少なくとも二つの軸が常に平行であり、そのようにして互いに全体としての到達能力性増大を図る目的で、ある部分的な到達能力性増大を減少することを意図している。この軸形構造では少なくとも二つのアーム部分が同一平面内で作動するために運動能力が制約をうけることが多い。これにより次には、到達能力性増大を意図してそのような軸形構造を具えたロボットが、従来の軸形構造では数学的に必要な数の自由度以上の数で補われていたようなところでは、しばしば不必要に多い数の余裕可動性を持たされた、という結果となった。

上述した軸形構造とは別に、或る種の作業に用いられて到達能力性増大にいい結果をもたらしている別のタイプの軸形（あるいは肩形）構造は、連続的に曲がるアームを有しているようなものであり、即ちアームにいかなる不連続な結合点もないようなものである。このようなロボットアームは直接ないし間接的に互いにコロガリ接触する複数の要素から構成され、同要素

は力を伝達する作動素子、例えば系によって結ばれ作動される。スエーデン特許出願第8304726-6にはそのような実施例で7つの可動性を持つものが示されている。しかしながら、同出願で解説されている産業用ロボットの原理は同原理の内包する弱点と摩擦ヒステリシスのため、例えばスプレー塗装の如く低い精度要求のものへの応用に用途が限定されていることがわかっていてる。

さらに産業用ロボットは出来るだけ少ない直列結合の伝達要素及び変換素子を用いて電氣的に駆動するのが望ましい。

その他にロボットアーム及びハンドリンクには、管路及びケーブルをロボットの対称軸線に近接して設けるための経路形成ができるように中空でなければならないという要求がある。この経路はアームとハンドリンクを最大限に曲げたとき大きな曲率半径を持つべきであり、また、管路やケーブルが大事に取扱われるような構造でなければならない。

産業用ロボットの到達能力性（作動領域特性）を増加させようとしたのと同じ方法でハンドリンクの方向展開能力（orientation）も改善されてきた。殊にこれはハンドリンクの回転軸が互いに交叉するところに軸形構造を取り入れ、それによりハンドリンクの対称軸線に対して傾斜した回転面を形成することにより得られてきた。ハンドリンクの方向展開能力を増加し、かつ同目的を維持するために、いいかえると工具を対象物に対し回転させるためには軸の交点は

互いに出来るだけ近接して位置してなくてはならない。この方法によって工具に対する回転点を小さな並進運動で、或いは全くなしで形成することが可能である。スエーデン特許出願第8304726-6には工具の回転点に対し大きな回転能力と小さな並進運動を有するハンドリンクが示されている。

この発明は、電気的な直接駆動、管路及びケーブル用の中央経路によって、極めて大きい運動能力と、到達能力性及び高精度性とを有する産業用ロボットのロボットアームを提供することを目的とする。

#### 発 明 の 開 示

この発明に係わる産業用ロボットのロボットアームでは、一つのジョイント内のアーム部分を、アームの長手方向軸に対し傾斜したジョイント面を備えて形成し、かつ、前記ジョイントのジョイント軸を前記ジョイント面に対して直角に配設することによって、各アーム部分を、隣接の一または複数のアーム部分と独立に前記ジョイント軸を中心に回転可能とし、かつ中間アームの両端に位置する傾斜したジョイント面を当該中間アームの外部境界の外側で互いに交叉するように配設するようにしている。このようにロボットアームを構成するとアームの回転軸は例外的な状態でしか平行とならないようになる。したがって一つ一つの回転軸がアームの到達能力性に貢献することとなる。さらにアーム部分が互いの回転を制限するので、各ジョイントの可動性に高い利用度が達成される。



## 図面の簡単な説明

第 1 図は、従来の産業用ロボットを示す概念斜視図である。

第 2 図は、本発明に係わる産業用ロボットの概念斜視図である。

第 3 図は、本発明に係わる産業用ロボットの組立て分解斜視図である。

第 4 図は、本発明に係わる産業用ロボットの断面図である。

第 5 図乃至第 8 図は、本発明に係わる産業用ロボットの間接アームの各種形態を示す側面図である。

第 9 図は、本発明に係わる産業用ロボットの他の実施例を示す概念斜視図である。

## 発明を実施するための最良の形態

本発明によるロボットアームでは、第 2 図で示すように、基礎 12 が取付け板 11 上に固定されており、この基礎 12 に筒体形状の複数のアーム部分からなるロボットアーム 13 が回転可能に支持されている。このロボットアーム 13 は、一つの上アーム 14 と、一つの間接アーム 15 と、一つの下アーム 16 を有している。なお、間接アーム 15 は、少なくとも二つの間接アーム 15 a、15 b に分割されている。また、ロボットアーム 13 は、その自由端でハンドリンク 17 を支持している。

一方、前記ロボットアーム 13 のうち、二つの間接

## - 8 -

アーム 15 a、15 b、及び一つの下アーム 16 は、可撓的に相互結合させるジョイント 18、19、20 を介し互いに連結されている。上述したロボットアーム 13 のうち、二つの中間アーム 15 a、15 b には、その両端にアーム部分の長手方向軸に対し傾斜したジョイント面 21 が形成されており、上アーム 14 と下アーム 16 とには、片方の端部にアーム部分の長手方向軸に対し傾斜したジョイント面 21 が形成されている。なお、ここでいうジョイント面とは、あるジョイント部分に属し、協働する両アーム部分の間に所定の相対運動が行われるところの幾何学的平面のことである。通常の場合、ジョイントのジョイント軸 22 (第 5 図乃至第 8 図) はジョイント面 21 に対し直角にもうけられている。各ジョイントには、第 4 図の断面図に示すように、電動機によって構成された駆動装置 23 が一つ配設されており、この駆動装置 23 を構成する電動機のステータ 24 は片方のパイプ部分に固定され、ロータ 25 はジョイントに所属する他方のパイプ部分にねじこまれるような構造となっている。さらに駆動装置 23 には、ロボットアーム 13 の内部に構成された中空アーム部分を通して管路や、ケーブル、導線等 27 が基礎 12 からハンドリンク 17 に導かれるための中央貫通孔 26 が形成されている。さらに、各ジョイントに属するアーム部分は、互いにオーバーラップするように形成され、そのオーバーラップ域にはシール 28 が配置されている。通常のモータである電動機から構成された前記駆動装置 23 には、またステータ

24とロータ25との間に図示せぬ軸受要素を具備しており、この軸受要素は、同時に各ジョイントにおける各アーム部分のための軸受要素としても働く。

ロボットアームがどのように応用されるかによって変化はするが、中間アーム15のジョイント面21は第5図乃至第8図までに示すようにいろいろな種類に形成することが出来る。

第5図に示す中間アーム15では、各ジョイント面21の各ジョイント軸22は、それぞれ同一の平面内に配置されており、各ジョイント面21の延長はロボットアームにおける外部境界の外側で交叉している。なお、第5図で示す各ジョイント軸22は中間アーム15の長手軸29に対し同一角度 $\alpha$ をなしている。なお、産業用ロボットの用途によっては、第5図に示す如く、各ジョイント軸22が中間アーム15の長手軸29に対してなす角度を必ずしも同一角度 $\alpha$ にする必要はなく、第6図に示す中間アーム15の如く、中間アーム15の長手軸29に対し上側のジョイント面21がなす角度 $\beta$ と、下側のジョイント面21がなす角度 $\alpha$ とを異ならせるようにしてもよい。さらに、中間アーム15の各端部に形成されたジョイント面21は、第7図及び第8図で示すように、互いに振られた配置位置に形成するようにしてよい。第7図では上方のジョイント面21が中間アーム15の下方に形成されたジョイント面21に対し約 $45^\circ$ 振られた位置に形成されている。また、双方のジョイント面21がなす振り角度は、第8図で示すように $45^\circ$ 以上でもよいこ

とはもちろんである。

一方、第4図で示すように産業用ロボットの基礎12には、ロボットアーム13全体の回動を確保するために他のジョイント部分と同様な駆動装置23が配設されてる。なお、この駆動装置23が配設さる基礎12のジョイント面21は、産業用ロボットの使用目的等の条件によって第4図に示すように水平なものであってもよいし、また第9図に示すように傾斜したジョイント面21であってもよい。

なお、この発明は図示し、解説された実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲内で各種の変形例が考えられる。

#### 産業上の利用可能性

以上の説明したように、この発明に係わるロボットアームは、スプレー塗装、アーク溶接等の大きな運動能力、到達能力性、高精度性を要求される作業に用いる産業用ロボットに適している。

## 請 求 の 範 囲

( 1 ) 複数のジョイントを介し、互いに可撓的に接続された複数の筒形状のアーム部分(14、15、16)を有しており、この複数の筒形アーム部分(14、15、16)は、一つの上アーム(14)と、少なくとも一つの中間アーム(15)と、下アーム(16)とからなり、所定の前記ジョイント内に位置する前記アームには、当該アームの長手方向軸(29)に対し傾斜したジョイント面(21)が形成されており、かつ、前記ジョイントのジョイント軸(22)は前記ジョイント面(21)に対し直角に設けられており、さらに前記各アーム部分は、隣接する一または複数のアーム部分に関係なく独立して前記ジョイント軸を中心に回動自在で、また、前記中間アーム(15)の両端に位置するジョイント面(21)は当該中間アーム(15)の外部境界の外側で互いに交叉するように形成されていることを特徴とする産業用ロボットのロボットアーム。

( 2 ) 前記ジョイント内には、連結される一方のアーム部分を他方のアーム部分に対し独立して回転させる電動機からなる駆動装置(23)が配設されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の産業用ロボットのロボットアーム。

( 3 ) 前記駆動装置(23)は、前記ジョイント内の一方のアーム部分に配設されたステータ(24)と、前記ジョイント内の他方のアーム部分に配設されたロータ(25)からなることを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記

## - 1 2 -

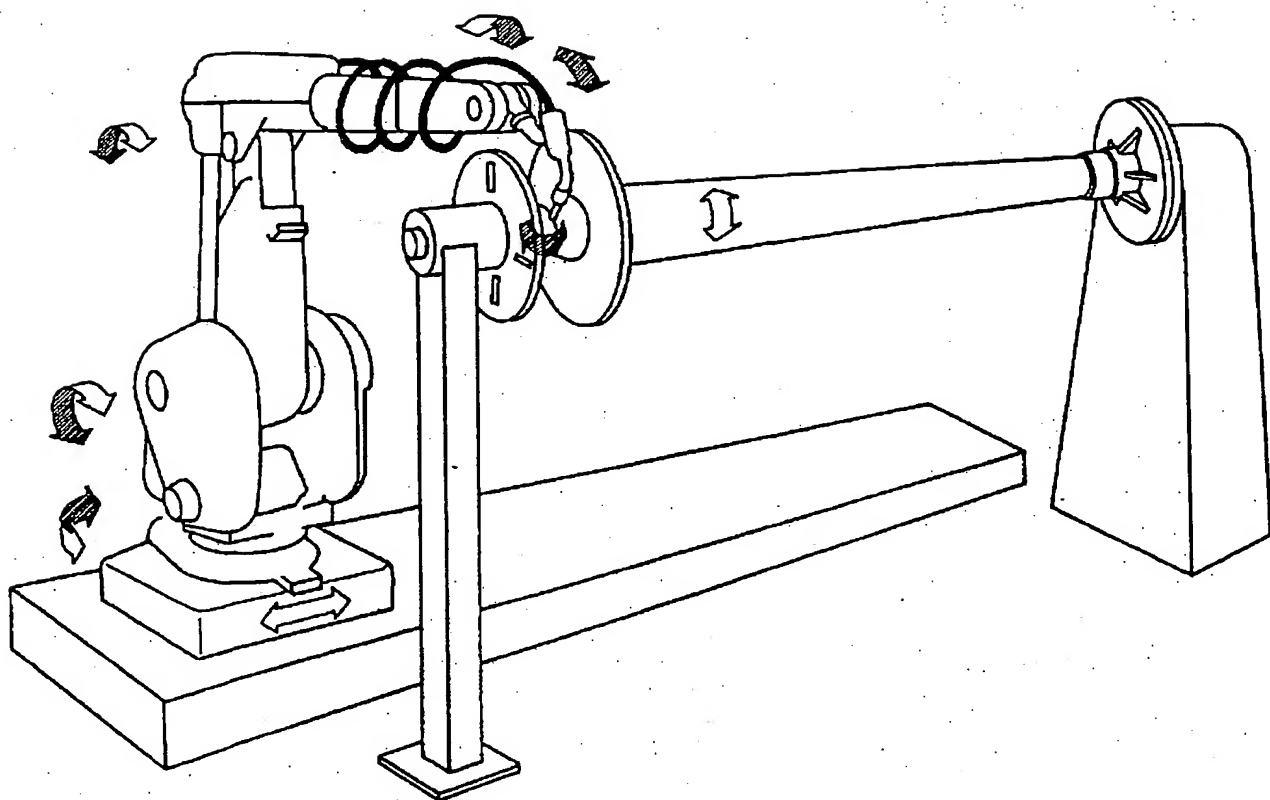
載の産業用ロボットのロボットアーム。

(4) 前記ジョイント内には、連結される前記一方のアーム部分と前記他方のアーム部分とが互いにオーバーラップする部分が有り、該オーバーラップする部分にはシール(28)が配設されていることを特徴とする特許請求の範囲第(3)項記載の産業用ロボットのロボットアーム。

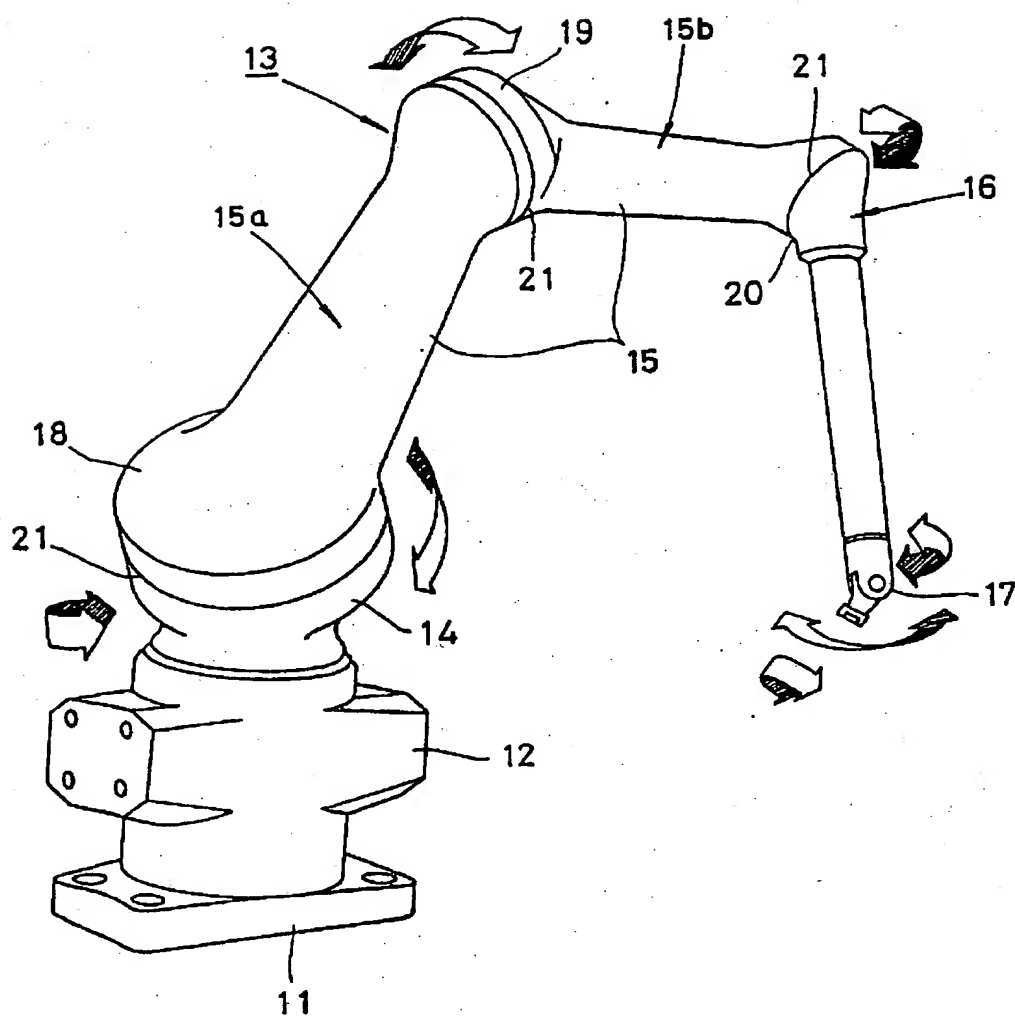
(5) 前記中間アーム(15)の両端に位置する前記ジョイント面(21)は、当該中間アーム(15)の長手方向軸(29)に対し同じ角度で形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項又は第(2)項記載の産業用ロボットのロボットアーム。

(6) 前記中間アーム(15)の両端に位置する前記ジョイント面(21)は、当該中間アーム(15)の長手方向軸(29)に対し異なる角度で形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項又は第(2)項記載の産業用ロボットのロボットアーム。

(7) 前記中間アーム(15)の両端に位置する前記ジョイント面(21)は、互いに換れた角度関係を有して形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(5)項又は第(6)項記載の産業用ロボットのロボットアーム。

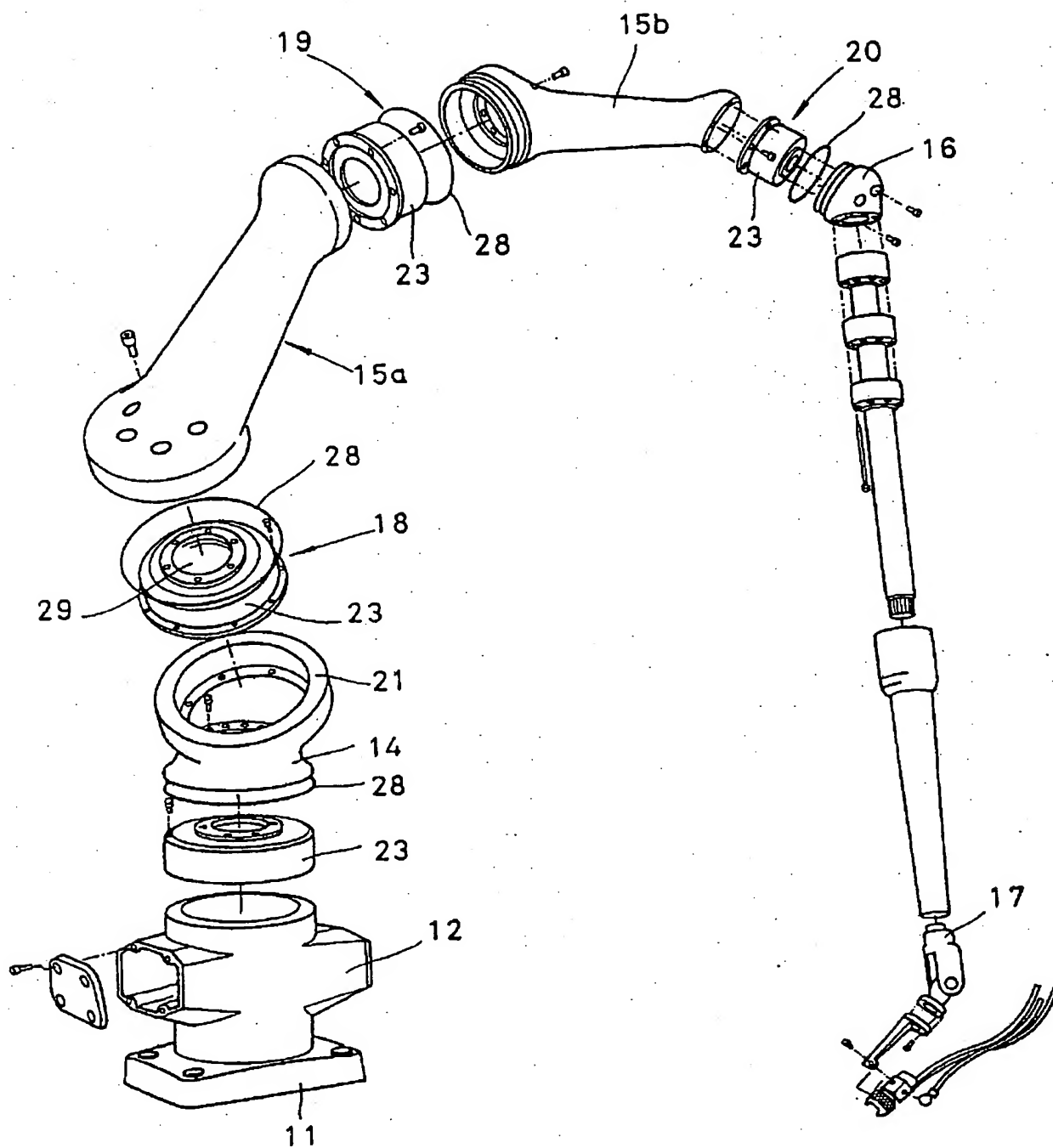


第1図



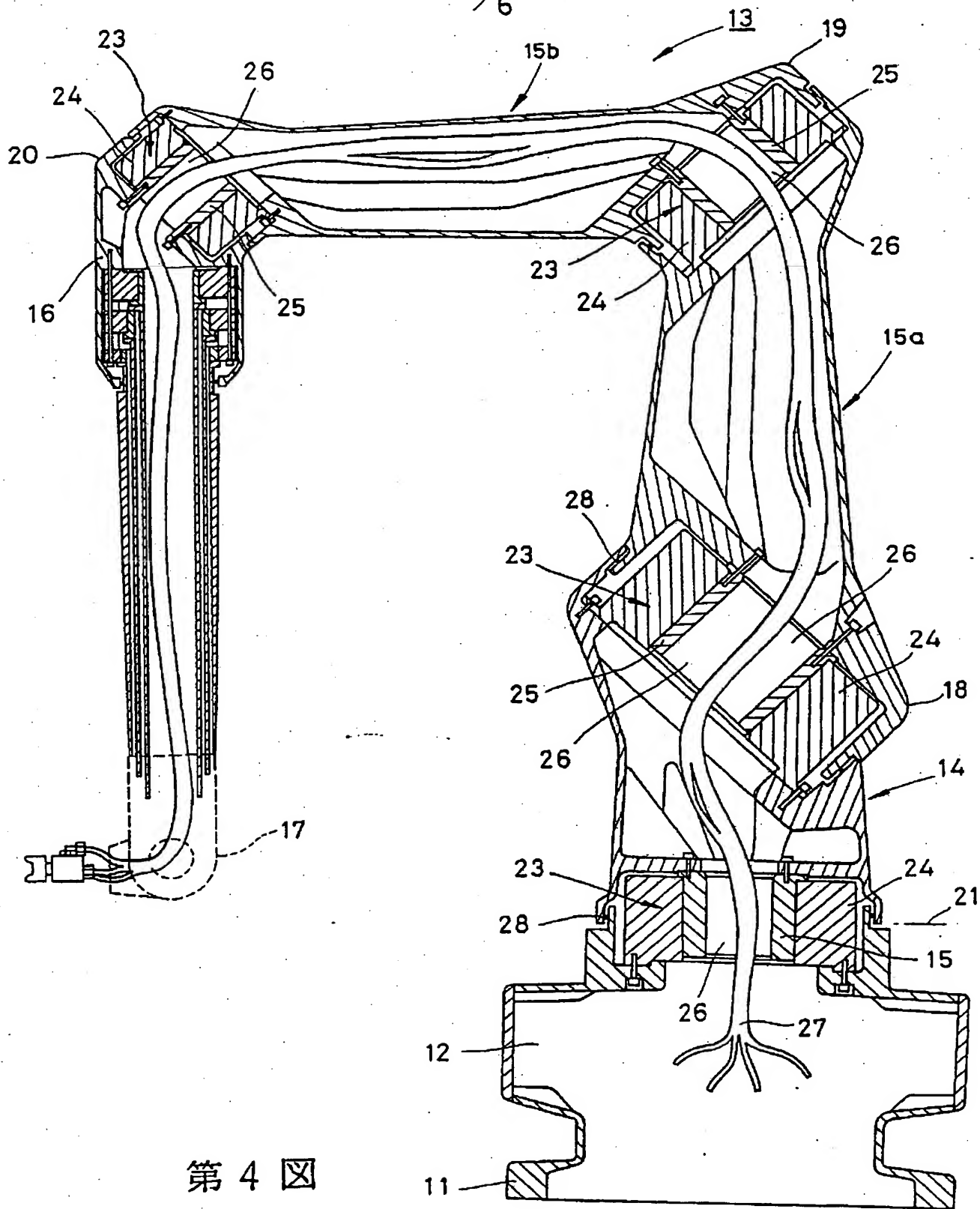
第 2 図



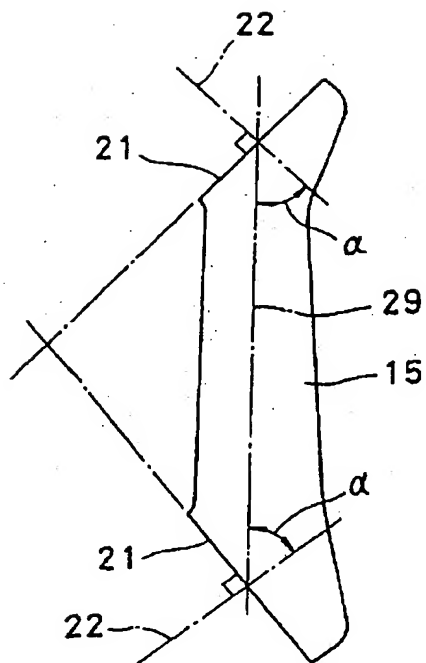


第 3 図

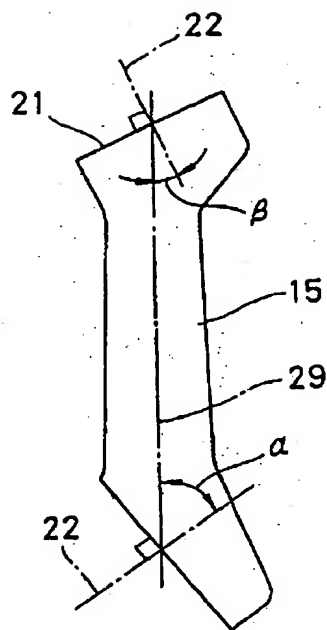
4/6



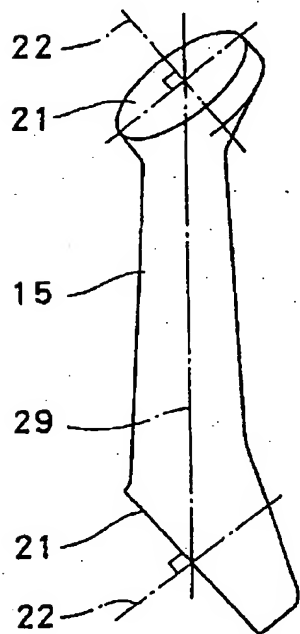
第 4 図



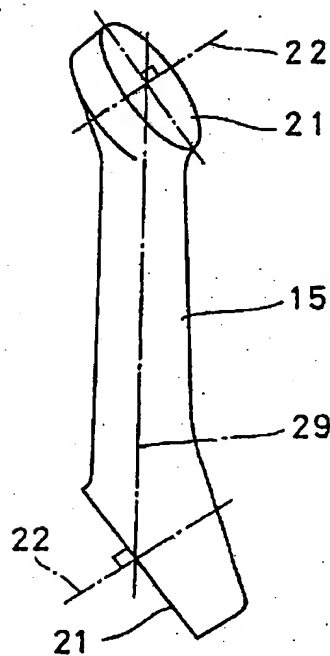
第 5 図



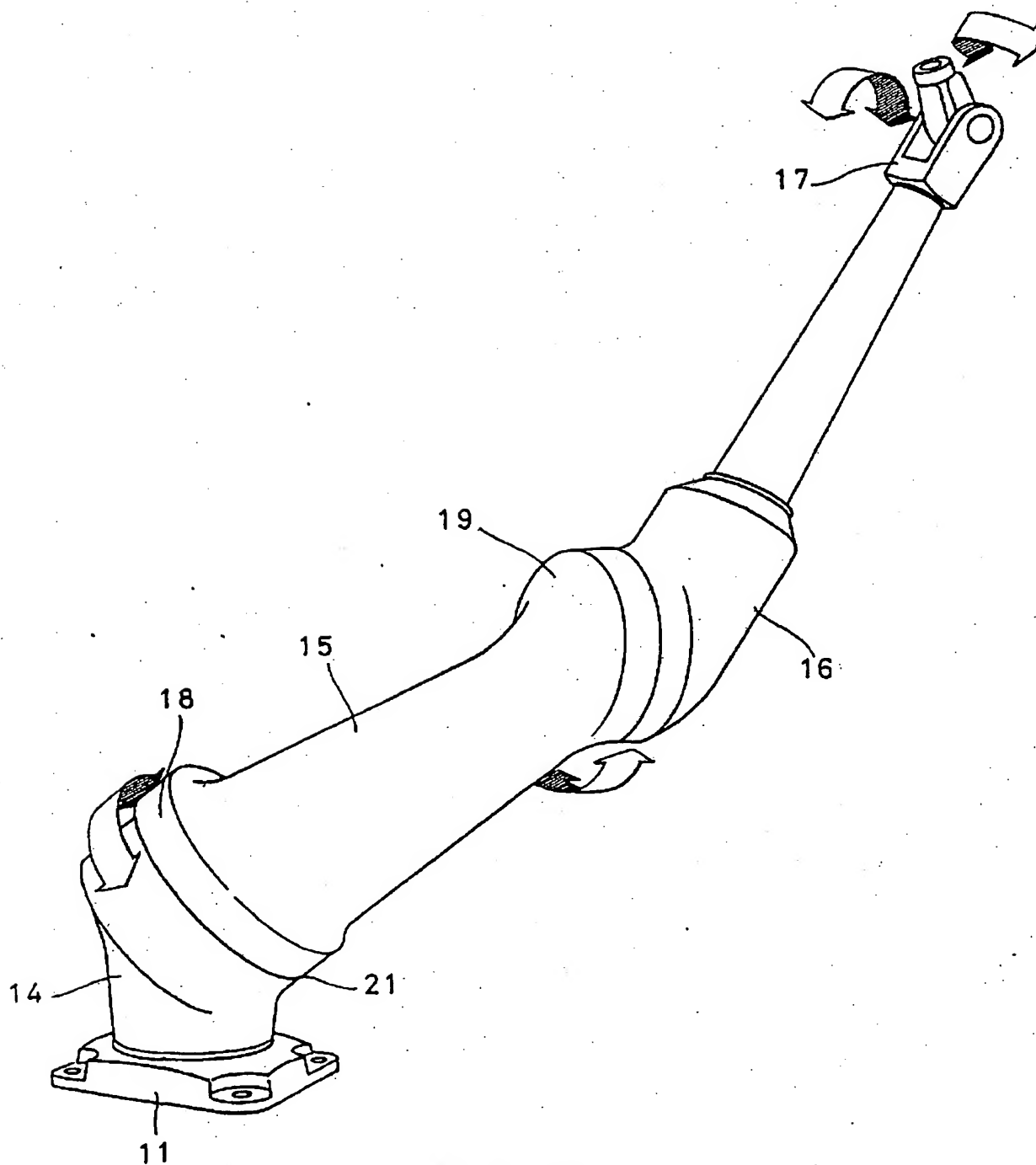
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP87/00913

**I. CLASSIFICATION F SUBJECT MATTER** (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>3</sup>  
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl<sup>4</sup> B25J9/06

**II. FIELDS SEARCHED**

Minimum Documentation Searched <sup>4</sup>

Classification System <sup>1</sup>

Classification Symbols

IPC

B25J9/06, 19/00, 17/00

Documentation Searched other than Minimum Documentation  
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>5</sup>

Jitsuyo Shinan Koho  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho

1926 - 1987  
1971 - 1987

**III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>14</sup>**

Category <sup>6</sup>	Citation of Document, <sup>10</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>17</sup>	Relevant to Claim No. <sup>18</sup>
X	JP, A, 61-131890 (Kobe Steel, Ltd.) 19 June 1986 (19. 06. 86) (Family: none)	1, 5-7
Y	JP, U, 59-39195 (Kabushiki Kaisha Komatsu Seisakusho) 13 March 1984 (13. 03. 84) Fig. 1 (Family: none)	2, 3
Y	JP, B2, 59-4276 (Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.) 28 January 1984 (28. 01. 84) Column 5, lines 31 to 32 (Family: none)	4

<sup>15</sup> Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

**IV. CERTIFICATION**

Date of the Actual Completion of the International Search <sup>2</sup>

January 7, 1988 (07.01.88)

Date of Mailing of this International Search Report <sup>2</sup>

January 25, 1988 (25.01.88)

International Searching Authority <sup>1</sup>

Japanese Patent Office

Signature of Authorized Officer <sup>20</sup>

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. <sup>4</sup> B 2 5 J 9 / 0 6		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分類体系	分類記号	
IPC	B 2 5 J 9 / 0 6 , 1 9 / 0 0 , 1 7 / 0 0	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1926-1987年 日本国公開実用新案公報 1971-1987年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
X	JP, A, 61-131890 (株式会社 神戸製鋼所) 19. 6月, 1986年 (19. 06. 86) (ファミリーなし)	1, 5-7
Y	JP, U, 59-39195 (株式会社 小松製作所) 13. 3月, 1984年 (13. 03. 84) 第1図 (ファミリーなし)	2, 3
Y	JP, B2, 59-4276 (株式会社 明電舎) 28. 1月, 1984 (28. 01. 84) 第5欄第31-32行 (ファミリーなし)	4
※引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日 若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に基及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の 日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出 願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解 のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新 規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の 文献との、当業者にとって自明である組合せによって進 歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
07. 01. 88	25.01.88	
国際調査機関	権限のある職員	3 F 8 6 1 1
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官	秋 田 修 ⑧